

VI.4 f Los ostracodos

PHILIPPE MOURGUIART

El estudio de la fauna de los ostracodos que viven en el lago Titicaca comienza con los estudios de FAXON (1876) y de MONIEZ (1889), pero después, habrá que esperar alrededor de un siglo para ver la descripción de una nueva especie (LERNER-SEGEEV, 1971) y conocer las informaciones dadas en la tesis de VARGAS (1982). Sólo, en 1939, de BEAUCHAMP escribe sobre el material colectado por la Percy Sladen Trust Expedition (de la cual estudia los Rotíferos y Turbelarios) : "...los Protozoarios, Cladóceros y Ostracodos han sido siempre predominantes...", pero sin más precisión.

La única obra que proporciona algunas informaciones sistemáticas y morfológicas sobre los ostracodos andinos es el estudio de DELACHAUX (1928) que tiene por sujeto los entomostráceos del lago Huarón situado en la región de Huancavelica en el Perú, zona alejada del lago Titicaca. Desafortunadamente, sus descripciones son demasiado imprecisas sobre los detalles del caparazón y, debido a eso, la taxonomía adoptada en este capítulo se dejará voluntariamente en nomenclatura abierta con el fin de no multiplicar inútilmente las sinonimias ya muy abundantes en la literatura.

La fauna actual

La mayoría de las muestras colectadas en el hidrosistema Titicaca muestran, a primera vista, una cantidad y diversidad específicas notables, que se puede comparar con las de otros vastos sistemas lacustres antiguos, como el Tanganyika, por ejemplo.

La mayoría de las especies encontradas en el lago Titicaca pertenece a géneros cosmopolitas como :

- *Herpetocypris* (Familia Cyprididae; Baird, 1845),
- *Cyprinotus*,
- *Cypridopsis*,
- *Potamocypris*,
- *Candonopsis* (Familia Candonidae; Kaufmann, 1900),
- *Ilyocypris* (Familia Ilyocyprididae; Kaufmann, 1900),
- *Darwinula* (Familia Darwinulidae; Brady & Norman, 1889),
- *Limnocythere* (Familia Limnocytheridae; Sars, 1925),
- *Cyprideis* (Familia Cytherideidae; Sars, 1925).

Entre los géneros endémicos de Sudamérica, también presentes aunque raros, se encuentran únicamente :

- *Chlamydotheca* (Familia Cyprididae; Baird, 1845),
- *Amphicypris*.

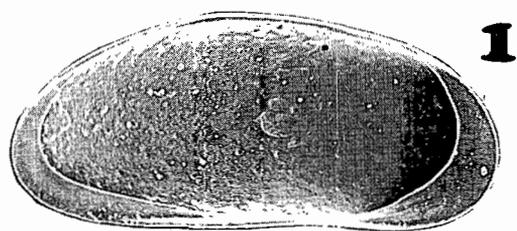
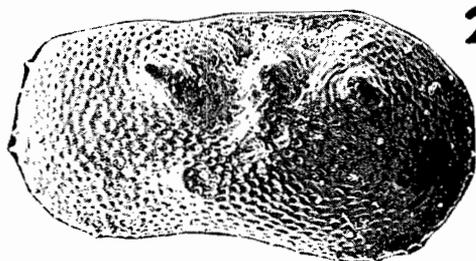
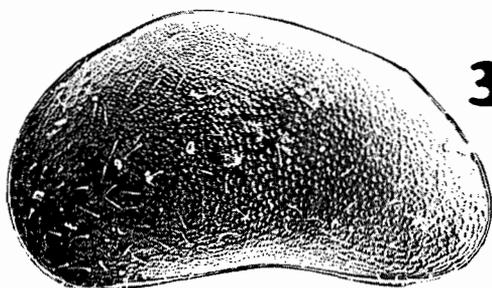
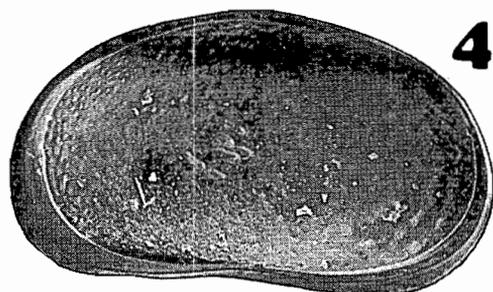
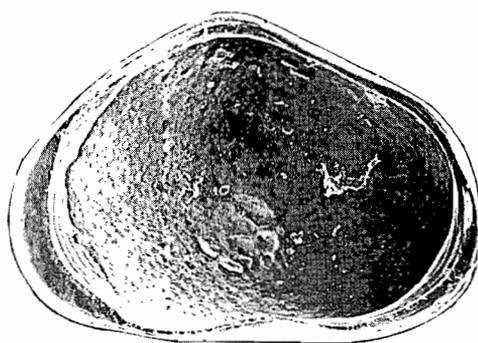
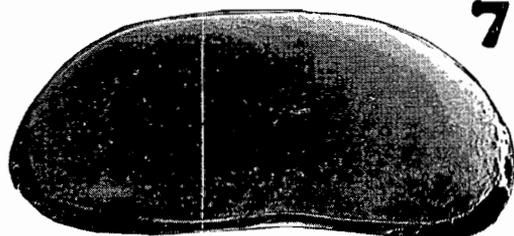
En cambio, parece que la fauna del lago Titicaca es endémica a más de 50 % a nivel específico, particularmente si se considera el grupo de *Limnocythere* (Lámina II). Sin embargo, existe convergencias seguras con las especies del Perú descritas por DELACHAUX (1928). Por ejemplo, la especie *Neolimnocythere hexaceros* es bastante cercana de las especies que hemos llamado *Limnocythere* sp. A3 y sp. B3, de la que se diferencian solamente por la orientación de la "espina posterior".

En la lámina I se presentan las principales especies que viven en el lago Titicaca.

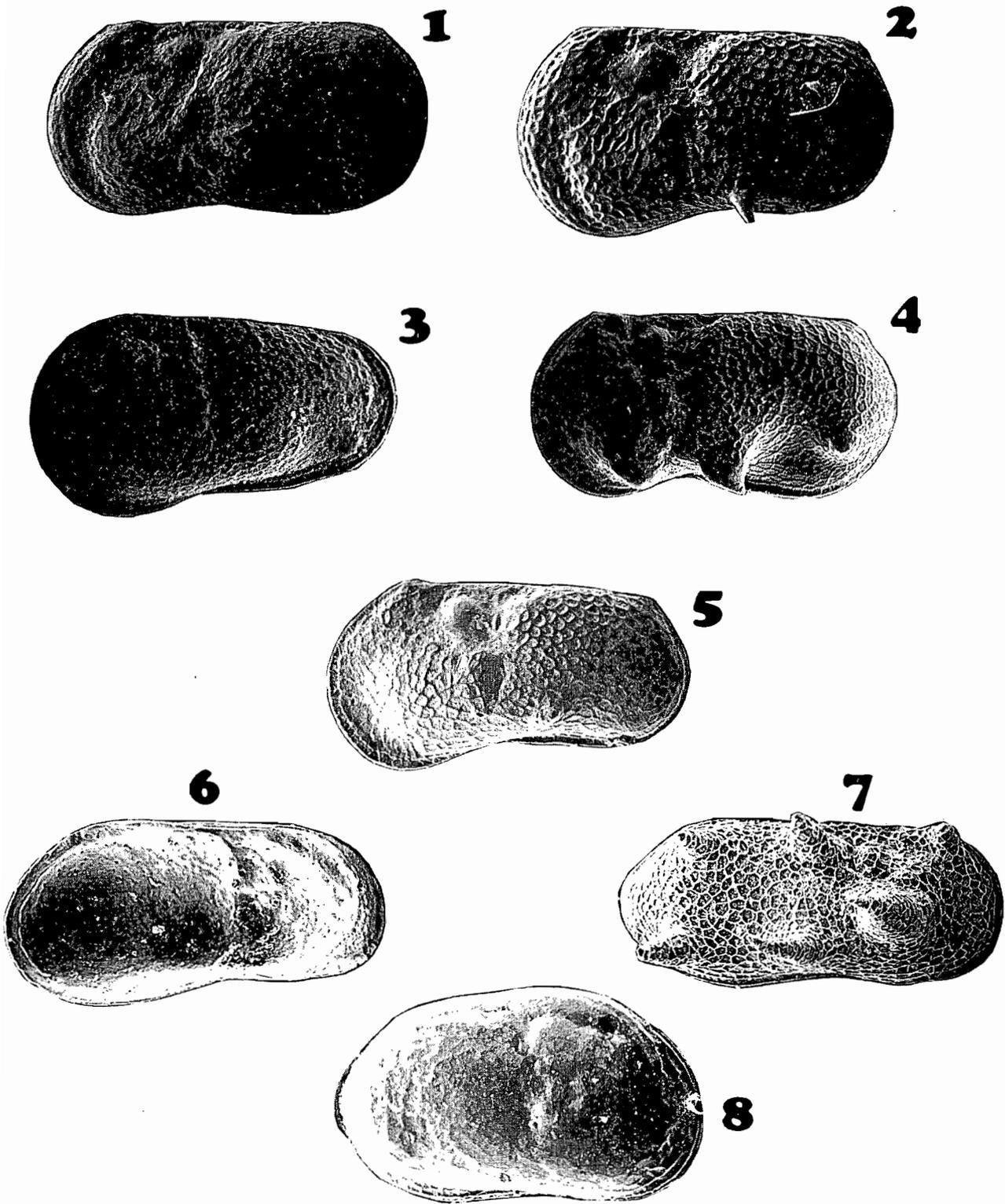
ORSTOM Fonds Documentaire

N° 36 633, ex 2

Cote A

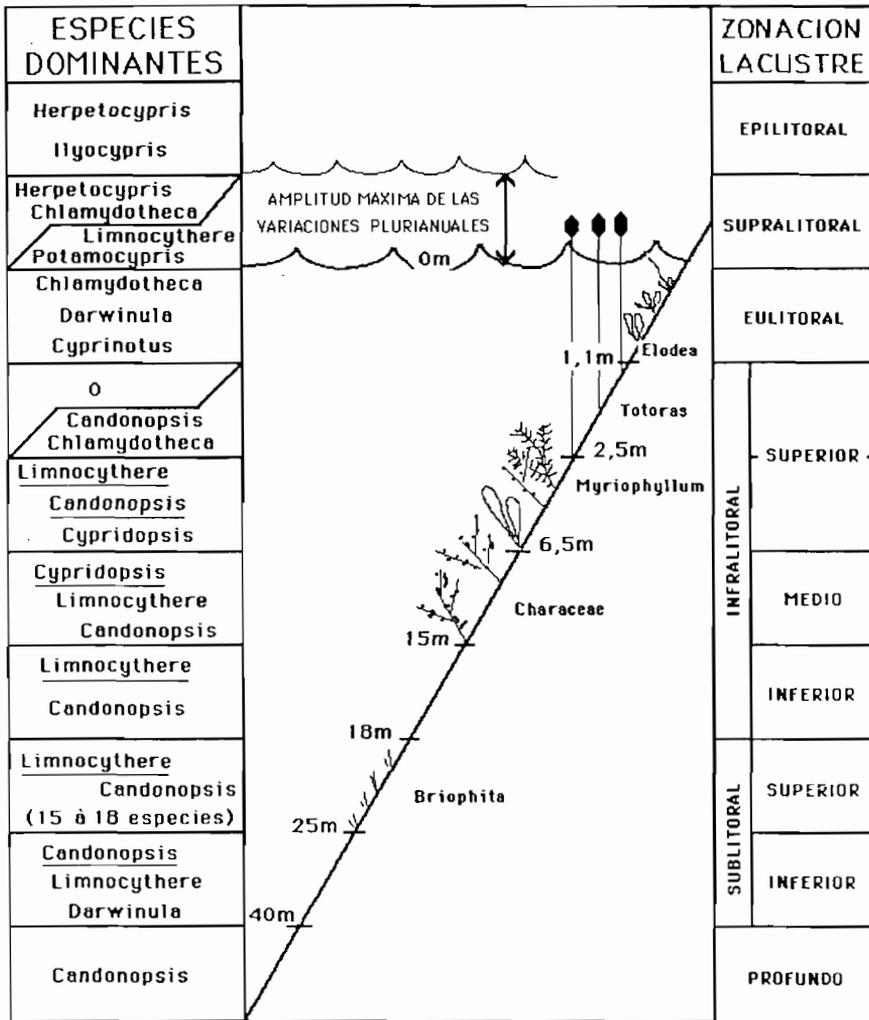
**1****2****3****4****5****6****7**

LAMINA I: 1 *Candonopsis* sp. (X 149), 2 *Ilyocypris* sp. (X 137),
 3 *Potamocypris* sp. (X 163), 4 *Cyprinotus* sp. (X 112),
 5 *Cypridopsis* sp. (X 143), 6 *Amphicypris* sp. (X 31,4),
 7 *Herpetocypris* sp. (X 47).



LAMINA II : Genero LIMNOCYTHERE.

1 L. sp. A1, 2 L. sp. A2, 3 L. sp. B1, 4 L. sp. B3,
 5 L. sp. B4, 6 L. titicaca (X 100), 7 L; sp. T2 (X 136),
 8 L. bradburyi (X 157).



Cuadro 1 : Repartición de las comunidades de ostracodos en la bahía de Copacabana (1989).

ECOZONAS	HERBARIO	SUBSTRATO	DENSIDAD g/m²	PESO MEDIO µg	BIOMASA g/m²
a	-	Grueso	0		0
	+	Fino	10²	100	10 ⁻²
b	+	F	10³-10⁵	100	0.1-10
	- +	F	10⁴-10⁶	40	0.4-40
c	+	G	0-10	50	0.5-10 ⁻⁴
	+ +	F	10²-10³	75	75.10 ⁻⁴ -75.10 ⁻³
d	+	F	0		0
	+ +	F	10²-5.10³	50	5.10 ⁻³ -0.25
e	+ +	F	10²-3.10⁴	25	25.10 ⁻⁴ -75.10 ⁻²
f	-	F	10⁴-5.10⁴	50	0.5-2.5
g	- (briofitas)	F	10⁵-10⁶	50	5-50
h	-	F	10²-10³	40	4.10 ⁻³ -10 ⁻¹
i	-	F	0-10²	30	0-3.10 ⁻³

Cuadro 2. - Estimaciones de las densidades y biomasa de ostracodos según el medio de vida.

Repartición de las comunidades

Presentamos a continuación un estudio de las comunidades de ostracodos en función de los principales biotopos que se distinguen en el lago (cuadro 1). Se determinaron así nueve zonas, caracterizadas por la densidad (cuadro 2), la diversidad de las faunas y el porcentaje relativo de cada especie en la asociación.

El medio epilitoral (ecozona a)

Es el conjunto de los tributarios que desembocan en el lago y que albergan faunas constituidas en su mayoría por los géneros *Herpetocypris* e *Ilyocypris* cuya presencia está limitada a zonas tranquilas, donde se desarrolla la mayoría de las veces un herbario de *Myriophyllum* y/o *Elodea*. La densidad total nunca excede 100 individuos por metro cuadrado.

El medio supralitoral (ecozona b)

Corresponde a tierras anegables donde, después del retiro de las aguas, se encuentran huecos o charcos de agua conteniendo faunas abundantes, pudiendo albergar varios centenares de miles de individuos. Se han localizado dos tipos de comunidades bien distintas :

- Tipo 1 de *Chlamydotheca* y *Herpetocypris* dominantes, asociados a *Cypridopsis* e *Ilyocypris*.
- Tipo 2 con una asociación más diversificada incluyendo *Limnocythere* (2 a 3 especies, entre las cuales *L. bradburyi*), *Ilyocypris*, *Cypridopsis*, *Potamocypris* y otros *Amphicypris* de tamaño muy grande (> 4 mm).

Durante los períodos de crecida, estas faunas (huevos, estados larvales, juveniles y adultos) pueden ser arrastradas y van a modificar entonces las poblaciones de la orilla lacustre.

El medio eulitoral (ecozona c ; 0 - 1,10 m)

Es una zona lacustre de transición y su composición faunística está influenciada por la presencia de especies de medios epilitorales y supralitorales, y/o por la presencia de especies típicamente lacustres. La asociación más frecuentemente encontrada está compuesta por *Chlamydotheca* y *Herpetocypris*, pero también de *Darwinula*, *Limnocythere* (2 especies), *Candonopsis* (2 especies), *Ilyocypris*, *Cyprinotus* o incluso *Amphicypris*. Las densidades son bajas (< 1000 caparazones/m²), en relación con un substrato de material a menudo grueso.

El medio infralitoral superior (ecozona d ; 1,10 - 6,50 m)

Los totorales ocupan su parte menos profunda (1,10 a 2,50 m). En regla general, las poblaciones son poco ricas y poco diversificadas. Las formas comunes son *Limnocythere* (varias especies), *Darwinula* y *Candonopsis*, así como también *Chlamydotheca* y *Herpetocypris*.

Más allá (2,50 a 6,50 m), *Limnocythere* (varias especies), *Candonopsis*, *Darwinula* y *Cypridopsis* viven dentro de restos de totoras en descomposición (< 1000 ind./m²) en un herbario más o menos denso de Characeae, *Myriophyllum* y *Elodea*.

El medio infralitoral mediano (ecozona e ; 6,50 - 15 m)

En el interior de los herbarios de Characeae, los *Cypridopsis* son siempre predominantes (más del 90 % de la población), a menudo en asociación con *Candonopsis*, *Darwinula* y *Limnocythere* (sp. *B4* y *titicaca*). Su característica común es la extrema fineza de sus caparazones.

El medio infralitoral inferior (ecozona f ; 15 – 18 m)

Se sitúa en el límite de desarrollo de las macrofitas. Sus faunas son diversificadas y relativamente abundantes (a menudo > 10.000 ind./m²). Se encuentran sobre todo *Limnocythere* (varias especies representando 50 a 75 % de la asociación) y *Candonopsis* (de 20 a 40 %), y también algunos *Cyprinotus*, *Cypridopsis* o *Chlamydotheca*, más bien típicos de ambientes menos profundos.

El medio sublitoral superior (ecozona g ; 18 – 25 m)

Las briofitas son los únicos vegetales que crecen en este medio. La fauna de entomostráceos es muy rica (de 100.000 a 1.000.000 de individuos por metro cuadrado) y muy diversificada (15 a 18 especies) a base de *Limnocythere* grupo A (75 a 90 %) y *Candonopsis* (5 a 20 %). En cambio, géneros como *Cypridopsis* y *Chlamydotheca* han desaparecido definitivamente.

El medio sublitoral inferior (ecozona h ; 25 – 40 m)

Se extiende aproximadamente hasta cerca de 40 m de profundidad. Los ostracodos son aún numerosos pero la diversidad específica se reduce. Se encuentran *Limnocythere* gr. A (40 a 60 %), *Candonopsis* (30 a 50 %), *Darwinula* y *Amphicypris*.

El medio profundo (ecozona i ; más de 40 m)

Sólo subsisten los *Candonopsis* (< 100 ind./m²) pero se han encontrado en el sedimento algunas valvas vacías de *Limnocythere* grupo A y *Darwinula*, lo que sugiere para estas dos últimas especies, sea un desarrollo estacional a esta profundidad, sea un desplazamiento *post-mortem*.

Elementos de ecología

El esquema de repartición de las asociaciones de ostracodos que acabamos de esbozar corresponde a la situación encontrada en el lago Mayor (bahía de Copacabana), durante el año 1989. No obstante se puede aplicar a una gran parte del lago, con excepciones de las bahías de pendiente baja (Achacachi) y de la casi totalidad del Huiñaimarca. En estos últimos medios, las asociaciones son sensiblemente idénticas pero sus escalonamientos son diferentes y se observa un estrechamiento de las ecozonas e, f, g, h e i (cuadro 3).

No obstante, las excepciones al modelo presentado son numerosas y resultan tanto de las condiciones ambientales locales como de la ecología de estos entomostráceos. En efecto, éstos requieren para vivir y reproducirse de condiciones particulares del substrato, de la presencia de un albergue, de una buena oxigenación, de alimento, de una composición química particular de las aguas..., tantos factores que no son homogéneos en la escala global del lago y que además varían periódicamente.

La densidad de estos microcrustáceos es función de la presencia o de la ausencia, e incluso de la densidad, de la población vegetal. Así, la proximidad de plantas es sinónimo, para los ostracodos, de refugio así como de alimento (residuos vegetales y perifiton asociado). La función clorofílica de las macrofitas sumergidas determina condiciones de oxigenación del agua eminentemente favorables a los consumidores secundarios. En cambio, la descomposición bacteriana de numerosos residuos vegetales o animales, en la interfase agua-sedimento ocasiona una subsaturación en oxígeno disuelto y una tendencia a una acidificación del pH, elementos desfavorables a la vida béntica.

Por consiguiente, habrá que distinguir varios tipos de medios para explicar la repartición espacial de los ostracodos :

- herbario muy denso
- herbario disperso
- sedimento liso

ECOZONAS	LAGO MAYOR	LAGO MENOR
a		
b	0m	0m
c	1,1m	0,8m
d	2,5m	2,5m
	6,5m	3,5m
e	15m	7,5m
f	18m	?
g	25m	9m
h	40m	14m
i		

Cuadro 3. - Comparación del escalonamiento de las ecozonas entre el lago Mayor y el lago Menor.

En un herbario muy denso, la vida béntica *sensu stricto* está limitada por la falta de oxígeno; sólo algunas formas poco exigentes subsisten, esencialmente *Limnocythere* (sp. A1, sp. B4 y *titicaca*) y *Candonopsis*, más raramente *Darwinula*. En cambio, las especies nadadoras que no están sometidas al substrato son muy abundantes. En las Characeas se encuentran los *Cypridopsis*; en *Myriophyllum* y *Elodea*, *Chlamydotheca* y *Herpetocypris*.

En un herbario disperso, la vida es posible en todos los niveles; los ostracodos bénticos y nadadores están ampliamente representados :

- los bénticos por *Limnocythere*, *Candonopsis*, *Darwinula*, *Ilyocypris*...;
- los nadadores por *Chlamydotheca* y *Herpetocypris*. Los *Amphicypris*, igualmente presentes en estos medios, son depredadores.

En un sedimento liso, viven solamente especies bénticas. Este tipo de ambiente se encuentra ya sea en el dominio supralitoral (charcos temporales), ya sea en el dominio "profundo" (más allá de 25 m en el Lago Mayor y de 9 m en el Lago Huiñaimarca). En el primer caso, los *Ilyocypris* dominan en la asociación; en el segundo, dominan las formas poco exigentes en oxígeno, como ser *Limnocythere* (sp. A1) y *Candonopsis*.

A primera vista, parece que numerosas especies ocupan un mismo biotopo. En realidad, la competición interespecífica se evita al máximo. Por ejemplo, en las formas nadadoras, se observaron dos períodos de desarrollo máximo : en diciembre-enero y en julio-agosto, pero con un retraso de 2 a 3 semanas para *Chlamydotheca*. Estos ocupan con preferencia la parte superior de las plantas mientras que los *Herpetocypris* están más bien acantonados en la base. En las formas bénticas, los *Limnocythere* viven en los primeros centímetros de los sedimentos fluidos mientras que los *Ilyocypris* se desplazan en el substrato. También es probable que las diferentes especies, por ejemplo *Limnocythere*, no buscan las mismas presas (origen y/o talla de las partículas).

La densidad en microcrustáceos es también función del balance metabólico del lago y de la amplitud de las variaciones interanuales del nivel de agua. Estas fluctuaciones van a traducirse en el dominio supralitoral por variaciones de la composición química de las aguas. De tipo oligohalino en períodos de crecida, las aguas se concentran progresivamente cuando se retiran. Primero *Chlamydotheca*, *Herpetocypris* o *Ilyocypris* colonizan estos medios temporales. Son reemplazadas por *Potamocypris*, *Cypridopsis* o *Amphicypris* cuando la salinidad total de las aguas será superior a 1,5 g/l, y finalmente por una sola especie (*Limnocythere bradburyi*), la única susceptible de reproducirse en aguas cuya salinidad puede sobrepasar 30 g/l.

Las oscilaciones del lago van a tener también repercusiones marcadas en todo el bentos y esto hasta las zonas más profundas. Una fase de crecida, favoreciendo la circulación de las aguas y de residuos variados, determina una proliferación de los organismos bénticos, particularmente en las ecozonas f y g. Una fase de descenso tendrá el efecto inverso. Esta oposición entre aguas altas y bajas se encuentra en la escala estacional : así, el crecimiento de las poblaciones de ostracodos en las ecozonas h e i está directamente correlacionado con dos factores, por una parte con el aporte de materia orgánica fresca en procedencia de zonas superiores, y por otra parte con el contenido de oxígeno disuelto, factores ligados al ciclo metabólico del lago inducido por la oposición entre la época de lluvias y la época seca.

De una manera general, el desarrollo de las poblaciones de ostracodos parece muy dependiente del ciclo vegetativo de los herbarios, estando el mismo ligado a la evolución hidrológica del lago bajo la influencia de las variaciones climáticas. Estas incidencias de los factores abióticos, más marcadas al nivel de las ecozonas litoral y supralitoral, son sensibles hasta en las zonas profundas del ecosistema lacustre. Un aumento del volumen del lago se traduce por un efecto benéfico en la fauna béntica de las ecozonas f, g, h e incluso i, mientras que un descenso ocasionará una disminución rápida de las densidades y de la diversidad de los entomostráceos.

Conclusión

Las numerosas observaciones realizadas de 1977 a 1989 permitieron evidenciar, por una parte, una repartición batial de los ostracodos, parcialmente relacionada a la repartición de las macrofitas, y por otra parte, la relación entre estos organismos (densidad y diversidad) y la evolución de los ciclos hidrológicos del lago Titicaca en dos escalas distintas : anual y plurianual. Estos datos actuales sirven de referencia para una interpretación paleoecológica (cf. cap. III.1) que permite reconstituir precisamente la evolución paleobatimétrica del lago Titicaca en el curso de los últimos 7.500 años. Además, estas informaciones son el punto de partida de un tratamiento estadístico (funciones de traslado : Ostracodos/Batimetría y Ostracodos/Quimismo de las aguas) que permitirá cuantificar la evolución físico-química (altura de agua y salinidad total) del lago en el curso del Holoceno.